

**TRATAMENTO QUÍMICO E BIOLÓGICO DE SEMENTES PARA O MANEJO DE
Pratylenchus brachyurus NA CULTURA DA SOJA E MILHO**

por

LUCAS MANSANO ARACRI

Dissertação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Câmpus Rio Verde, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Bioenergia e Grãos.

Rio Verde – GO

Setembro - 2023

**TRATAMENTO QUÍMICO E BIOLÓGICO DE SEMENTES PARA O MANEJO DE
Pratylenchus brachyurus NA CULTURA DA SOJA E MILHO**

por

LUCAS MANSANO ARACRI

Orientação:

Prof. Dr. Leonardo de Castro Santos, IF Goiano – Campus Rio Verde

Rio Verde – GO

Setembro - 2023

**TRATAMENTO QUÍMICO E BIOLÓGICO DE SEMENTES PARA O MANEJO DE
Pratylenchus brachyurus NA CULTURA DA SOJA E MILHO**

por

LUCAS MANSANO ARACRI

Orientador: Prof. Dr. Leonardo de Castro Santos, IF Goiano – Campus Rio Verde
Examinadores: Prof. Dr. Renato Andrade Teixeira, IF Mato Grosso – Campus Sorriso
Dr. Pedro Eduardo Rampazzo, Corteva Mogi Mirim - SP

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

A658t Aracri, Lucas Mansano
TRATAMENTO QUÍMICO E BIOLÓGICO DE SEMENTES PARA O
MANEJO DE *Pratylenchus brachyurus* NA CULTURA DA SOJA
E MILHO / Lucas Mansano Aracri; orientador Dr.
Leonardo de Castro Santos. -- Rio Verde, 2023.
45 p.

Dissertação (Mestrado em Programa de Pós Graduação
em Bioenergia e Grãos) -- Instituto Federal Goiano,
Campus Rio Verde, 2023.

1. Manejo integrado de fitonematoides. 2.
Controle biológico. 3. Controle químico. 4. Nematóide
das lesões radiculares. 5. *Bacillus*
amyloliquefaciens. I. Santos, Dr. Leonardo de Castro
, orient. II. Título.

Responsável: Johnathan Pereira Alves Diniz - Bibliotecário-Documentalista CRB-1 n°2376

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese (doutorado) | <input type="checkbox"/> Artigo científico |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dissertação (mestrado) | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização) | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input type="checkbox"/> TCC (graduação) | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Lucas Mansano Aracri

Matrícula:

2021202331540020

Título do trabalho:

Tratamento químico e biológico de sementes para o manejo de *Pratylenchus brachyurus* na cultura da soja e milho

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIIF Goiano: | 1 / | 2 / | 2023 |

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para ceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

lto Verde

Local

| 1 / | 2 / | 2023

Data

Lucas Mansano Aracri

Assin:



Documento assinado digitalmente
LEONARDO DE CASTRO SANTOS
CPF nº 13.022.0023.11-99-08-8808
WebSite em: <https://validar.ifgoiano.edu.br>

is autorais

Ciente e de acordo:

PROFESSOR(A) DE SUJEITO(S) DO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Documentos 78/2023 - SREPG/CMPR/CPG-RV/DPGPI-RV/CMPRV/IFGOIANO

TRATAMENTO QUÍMICO E BIOLÓGICO DE SEMENTES PARA O MANEJO DE *Pratylenchus brachyurus*
NA CULTURA DA SOJA E MILHO

Autor: Lucas Mansano Aracri
Orientador: Leonardo de Castro Santos

TITULAÇÃO: Mestre em Bioenergia e Grãos - Área de Concentração Agroenergia

APROVADO em 20 de outubro de 2023.

Assinado eletronicamente
Dr. Pedro Eduardo Rampazzo
Avaliador externo - Corteva
Agriscience

Assinado eletronicamente
Prof. Dr. Renato Andrade Teixeira
Avaliador externo - IFMT Campus
Sorriso

Assinado eletronicamente
Prof. Dr. Leonardo de Castro Santos
Presidente da Banca - IF Goiano Campus Rio Verde

Documento assinado eletronicamente por:

- Pedro Eduardo Rampazzo, Pedro Eduardo Rampazzo - Professor Avaliador de Banca - Instituto Federal Goiano (1), em 24/10/2023 05:15:22.
- Renato Andrade Teixeira, Renato Andrade Teixeira - Professor Avaliador de Banca - Campus Caceres - Prof. Olegario Baldo (10784782000312), em 23/10/2023 14:46:03.
- Leonardo de Castro Santos, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 23/10/2023 14:45:12.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 19/10/2023. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 540693
Código de Autenticação: ca153f53da



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Rio Verde
Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, 01, Zona Rural, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970
(64) 3624-1000

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho à minha família, meu pai José Fernando, minha mãe Edna e minha irmã Fernanda, pelo apoio e conselhos durante todas as fases de minha vida.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a minha família, pelo suporte dado ao longo da minha trajetória, pela confiança e amor incondicional.

Ao meu orientador Leonardo de Castro Santos por acreditar no projeto, por toda compreensão, apoio e disposição para me ajudar a conduzir e concluir esse trabalho.

Aos colegas de trabalho, Orlando Garcia, Alfredo Gonring, Pedro Rampazzo, Estevão Rodrigues e Raphael Neumeister pelo auxílio na elaboração e realização desse trabalho em todas as suas etapas.

Aos que me ajudaram a conduzir esse trabalho, Danilo, Valéria, João, Rafael, José Vinícius, Gabriel, Jéssica, Douglas, Sabrina, Martinho, Josemar, Paulo e Edson.

SUMÁRIO

Página

1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1. A cultura da soja	15
2.2. A cultura do milho	16
2.3. Fitonematoides na sucessão/sistema de produção soja-milho	16
2.4. <i>Pratylenchus brachyurus</i> – Nematóide das lesões radiculares	18
2.5. Sistema de manejo	20
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	24
3.1. Localização e preparo da área	24
3.2. Instalação e delineamento experimental	24
3.3 Condução do experimento	25
3.4 Tratamentos	26
3.5 Parâmetros avaliados	28
3.6 Análise estatística	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
5. CONCLUSÃO	40
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41

TRATAMENTO QUÍMICO E BIOLÓGICO DE SEMENTES PARA O MANEJO DE *Pratylenchus brachyurus* NA CULTURA DA SOJA E MILHO

por

LUCAS MANSANO ARACRI

Sob orientação do Prof. Dr. Leonardo de Castro Santos – IF Rio Verde GO

RESUMO: No Brasil as culturas da soja e milho sofrem constantemente com ataques de pragas, patógenos e nematoides. Dentre esses nematoides, destaca-se o *Pratylenchus brachyurus* pelo fato de ser um nematoide polífago e estar presente na grande maioria dos solos brasileiros. O experimento foi conduzido em campo com objetivo de verificar qual o efeito dos tratamentos químicos, biológicos e químicos + biológicos no controle de *Pratylenchus brachyurus* no sistema de sucessão soja-milho em duas safras agrícolas (21-22 e 22-23) sendo instalados em Montividiu-GO na safra 21-22 e em Rio Verde-GO na safra 22-23. Foram avaliados 2 tratamentos biológicos (*Bacillus amyloliquefaciens* e *Bacillus firmus*), 2 tratamentos químicos (fluopiram e abamectina), 4 tratamentos com associação entre químicos e biológicos (*B. amyloliquefaciens* + fluopiram; *B. amyloliquefaciens* + abamectina; *B. firmus* + fluopiram; e *B. firmus* + abamectina) e uma testemunha. Foram analisados os parâmetros de fitotoxicidade, estande de plantas, vigor de plantas, vigor de raízes, contagem de juvenis e ovos de *P. brachyurus* e produtividade. *B. amyloliquefaciens* sozinho ou em combinação com a abamectina apresentou os resultados mais promissores.

PALAVRAS-CHAVE: Manejo integrado de fitonematoides; controle biológico; controle químico; nematoide das lesões radiculares; *Bacillus amyloliquefaciens*

CHEMICAL AND BIOLOGICAL TREATMENT OF SEEDS FOR THE MANAGEMENT OF
Pratylenchus brachyurus IN SOYBEAN AND CORN CULTURE

por

LUCAS MANSANO ARACRI

Sob orientação do Prof. Dr. Leonardo de Castro Santos – IF Rio Verde GO

ABSTRACT: In Brazil, soybean and corn crops constantly suffer from attacks by pests, pathogens and nematodes. Among these nematodes, *Pratylenchus brachyurus* stands out because it is a polyphagous nematode and is present in the vast majority of Brazilian soils. The experiment was carried out in the field with the objective of verifying the effect of chemical, biological and chemical + biological treatments in the control of *Pratylenchus brachyurus* in the soybean-corn succession system in two agricultural seasons (21-22 and 22-23) being installed in Montividiu-GO in the 21-22 harvest and in Rio Verde-GO in the 22-23 harvest. Were evaluated 2 treatments with biologicals (*Bacillus amyloliquefaciens* and *Bacillus firmus*), 2 chemical treatments (fluopyram and abamectin), 4 treatments with association between chemical and biological agents (*Bacillus amyloliquefaciens* + fluopyram; *Bacillus amyloliquefaciens* + abamectin; *Bacillus firmus* + fluopyram; and *Bacillus firmus* + abamectin) and an untreated check. The parameters analyzed were phytotoxicity, plant stand, plant vigor, root vigor, juvenile and egg count of *Pratylenchus brachyurus* and productivity were evaluated. *Bacillus amyloliquefaciens* alone or in combination with abamectin showed the most promising results.

KEYWORDS: Integrated management of phytonematodes; biological control; chemical control; root lesion nematode; *Bacillus amyloliquefaciens*

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma espécie vegetal da família Poaceae e é cultivado em todo o mundo devido a sua adaptabilidade e grande quantidade de genótipos diferentes. É cultivado principalmente em climas tropicais, subtropicais e temperados (Barros & Calado 2014). No Brasil é cultivado em todas as regiões do país devido sua importância na alimentação humana e animal, é utilizado na fabricação de bebidas e também na produção de biocombustíveis (Miranda, 2018; Contini et al. 2019). A soja (*Glycine max* L Merrill (Fabaceae) é uma das principais culturas agrícola do mundo e vem sendo utilizada de diversas formas na indústria devido ao seu alto teor de proteína e óleo (Iwahashi, 2021).

Segundo a Conab (2022), o plantio de soja na safra 2021/2022 apresentou área total de 40.988,5 milhões de hectares, aumento de 4,6% em relação à safra passada com uma produtividade média ao redor de 3.032 kg/ha ou 50,53 sacas/ha. Grande parte desses grãos estão sendo exportados devido as margens de esmagamentos bastante atrativas e os preços internacionais de óleo de soja e farelo de soja em alta, alcançando 1,7 milhões de toneladas para óleo de soja e 18,68 milhões de farelo de soja (CONAB, 2022).

A sucessão de culturas é amplamente utilizada no Brasil, principalmente o sistema de sucessão soja/milho que contribui largamente para a produção de grãos no país. Esse sistema traz como benefícios o aumento de fertilidade, otimização do uso do solo e dos insumos agrícolas (Carvalho et al., 2004). Porém, junto desse sistema, há também o aumento de problemas fitossanitários como nematoides fitopatogênicos, comum para ambas as culturas em alguns casos (Goulart, 2008). Assim as áreas de cultivo do país no sistema de sucessão soja/milho podem apresentar alto fator de multiplicação de fitonematoides, principalmente se foram utilizadas cultivares susceptíveis (Goulart, 2008; Neves et al., 2016). Sendo o milho a cultura mais utilizada em sucessão a soja, pode haver um aumento populacional de *Pratylenchus brachyurus* na área, uma vez que o sistema de sucessão favorece o nematoide prejudicando assim a próxima safra de soja (Gallaher, Dickson & Corella., 1988; Inomoto et al., 2011).

Historicamente, a produção de soja tem aumentando a cada safra, devido ao emprego de novas tecnologias de produção, como a utilização de cultivares com alto potencial produtivo. Entretanto, embora as estimativas apontem para crescimento na produtividade da soja, fatores podem limitar o desenvolvimento da cultura e interferir na sua produtividade dentre eles muitos fungos, bactérias e outros organismos que vivem no solo e podem afetar o estabelecimento e o desenvolvimento da cultura (Chang, Hwang & Conner; 2019). Dentre esses problemas, sobressai o *P. brachyurus*, nematoide fitoparasita endoparasita migrador, sendo capaz de penetrar, parasitar e se multiplicar em um grande número de plantas hospedeiras de diferentes famílias botânicas (Ribeiro, 2009). Devido a isso, o manejo desse nematoide é difícil, pois quase todas as espécies cultivadas com interesse econômico na região do Sudoeste Goiano são suscetíveis a este fitonematoide endêmico. Em soja, a produtividade pode ser diminuída em até 50% pelo ataque do nematoide das lesões radiculares, que é a única espécie relevante dentro do gênero para a soja (Dias et al. 2010, Franchini et al. 2014).

Outro fator que proporciona o aumento de nematoides nas lavouras brasileiras é a expansão das áreas cultivadas no Brasil, com práticas de rotação de cultura inexistentes ou mal manejadas (Costa 2014). Além disso, a sucessão soja-milho é outro fator que auxilia no aumento de nematoides do gênero *Pratylenchus*, uma vez que esses nematoides se hospedam nessas duas culturas. O uso de cultivares suscetíveis apresentam alto fator de multiplicação desse nematoide em áreas de cultivo (Goulart 2008, Neves et al. 2016).

Estão entre as principais estratégias de manejo desse fitonematoide estão: a rotação de culturas com espécies não hospedeiras, adubação e manutenção de níveis adequados da fertilidade do solo, uso de nematicidas químicos, uso de bionematicidas (controle biológico) e o uso de cultivares com baixo fator de reprodução. Uma vez que o fitonematoide se encontra na área, sua total erradicação é praticamente impossível, tornando-se necessário a utilização de métodos de controle integrados, visando reduzir a população do nematoide e possibilitar um cultivo rentável (Dias *et al.*, 2010).

O controle químico é uma importante ferramenta no manejo e proteção das culturas aos fitonematoides, pois além de ser de fácil aplicação (via tratamento de semente ou sulco de plantio),

exercem ação protetora nos estádios iniciais da cultura e podem favorecer seu estabelecimento no campo (Bortolini et al. 2013, Oriani 2015). Além dos químicos, os produtos biológicos tem ganhado cada vez mais espaço no controle de fitonematoides no Brasil e no mundo. Os produtos biológicos podem ser oriundos de diversos organismos como: bactérias, fungos, nematoides predadores, ácaros, vírus, artrópodes e tardígrados (Stirling 1991). Na agricultura, destaca-se o uso de bactérias e fungos, sendo *Bacillus* spp., *Trichoderma* spp. e *Paecilomyces lilacinus* os principais microrganismos empregados e com produtos registrado para o manejo biológico de fitonematoides. Dentre as espécies de *Bacillus*, destacam-se as espécies *B. subtilis*, *B. licheniformis*, *B. firmus* e *B. amyloliquefaciens* (AGROFIT, 2023).

Além dos benefícios agrônômicos de proteção dos cultivos, o tratamento de sementes permite que as sementes e plântulas sejam protegidas no momento em que essa proteção é a mais necessária (Munkvold, 2009). Outras vantagens ao se comparar o tratamento de sementes com aplicações no solo ou foliares são menor custo, maior seletividade, diminuição do efeito negativo em organismos não alvo, menor probabilidade de resistência de diversas espécies ao ingrediente ativo utilizado, menor risco de contaminação ambiental, menor probabilidade de resíduos no produto final, menor exposição dos trabalhadores a aplicações e menor risco de toxicidade para plantas e animais (Rahman et al., 2008).

Sabe-se que o nematoide das lesões radiculares é considerado uma espécie causadora de danos as culturas e que possui um difícil controle e, devido a isso, qualquer alternativa de manejo eficiente e de fácil uso como o tratamento de sementes agrega muito para os produtores e as demais áreas em torno da agricultura. O presente trabalho teve como principal objetivo avaliar a viabilidade do tratamento de sementes como alternativa em um programa de manejo integrado de *P. Brachyurus* no sistema de produção soja/milho.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. A cultura da soja

A soja (*Glycine max* L.) é uma planta pertencente à família Fabaceae e é uma das culturas agrícolas mais importantes do mundo. É uma cultura amplamente cultivada e difundida no mundo através da possibilidade de sua utilização na alimentação, combustíveis, matéria prima para alimentação animal e para a indústria (Wiggins et al., 2019).

Os principais estados produtores de soja no Brasil são Mato Grosso, Paraná, Rio Grande do Sul, Goiás e Mato Grosso do Sul. No país, na safra de grãos em 2022/23 foi estimada uma produção de 313 milhões de toneladas, aumento de 15,5% se comparado com a safra 2021/2022 e possui tendência de aumento de área cultivada e de produção (CONAB, 2023). Os principais destinos das exportações brasileiras de soja são China, União Europeia e outros países asiáticos. A demanda global por produtos à base de soja, como óleo de soja e farelo de soja, continua a crescer, impulsionando as exportações brasileiras.

A soja é uma cultura adaptável, mas prefere climas tropicais e subtropicais. O Brasil oferece condições ideais para o cultivo, o que favorece o desenvolvimento da planta. O crescimento da produção de soja no Brasil foi impulsionado por avanços tecnológicos, como o uso de sementes geneticamente modificadas, que conferem resistência a pragas e herbicidas. Além disso, a pesquisa agrícola tem desempenhado um papel importante no aprimoramento das práticas de cultivo e aumento da produtividade.

Um grande desafio da cultura da soja é o manejo dos fitonematoides do gênero *Meloidogyne*, *Heterodera* e *Pratylenchus*, principalmente. Esses patógenos atacam raízes, provocam diminuição das plantas e conseqüentemente queda de produção. (Ferraz et al., 2001). A rotação de cultura é umas das medidas para manejo de nematoides, usando plantas não hospedeiras como alternativa de controle (Ferraz et al., 2010). Porém devido ao fato do *P. brachyurus* ser um patógeno tanto de soja como de milho, a rotação de soja usando milho não é recomendada pois promove manutenção e multiplicação da população desse fitonematoide (Inomoto et al., 2011).

2.2. A cultura do milho

O milho (*Zea mays* L.) é uma das culturas agrícolas mais importantes e amplamente cultivadas em todo o mundo. É uma planta da família Poaceae, originária da América Central, e é cultivada há milhares de anos. O milho é uma das principais fontes de alimento humano, ração animal e matéria-prima para diversas indústrias. Atualmente, é cultivado em diversos países, com destaque para os Estados Unidos, China, Brasil e Índia. É também uma cultura de grande utilização para produção de etanol.

O cultivo do milho é influenciado por uma série de fatores, como o clima, tipo de solo, manejo agrícola, variedades cultivadas e avanços tecnológicos. É uma cultura adaptável, capaz de crescer em uma ampla faixa de climas, desde regiões tropicais até áreas temperadas, desde que haja sol pleno, temperaturas moderadas e solo bem drenado. O milho é cultivado no Brasil de norte a sul em todos os meses do ano pois apresenta alta adaptabilidade e é recomendado no sistema de rotação de culturas.

A possibilidade de cultivar o milho após a soja tornou-se economicamente e uma opção estratégica para a produção agropecuária do Brasil. Esse fato, no entanto, faz com que os produtores optem pelo binômio soja–milho 2ª safra, onde aspectos técnicos precisam ser analisados para garantir a competitividade no médio e longo prazo. No Brasil, o milho é em grande parte a cultura que sucede o cultivo da soja, sendo importante no sistema de rotação de cultura por apresentar sistema radicular fasciculado, diferente exigência nutricional e por interromper o ciclo de pragas e doenças. Porém, assim como a soja, é uma cultura hospedeira de *P. brachyurus*, que não possui materiais com resistência genética aumentando a população desse fitonematoide e conseqüentemente dificultando o uso da rotação de cultura como uma prática de manejo (Gallaher, Dickson & Corella., 1988; Lordello, 1984; Inomoto et al., 2011; Braga, 2021).

2.3. Fitonematoides na sucessão/sistema de produção soja-milho

Fitonematoides são organismos que vivem no solo e se alimentam principalmente de raízes. Tem como característica a presença de um estilete bucal em forma de agulha e utilizam este estilete para

alimentar-se de raízes das plantas, injetando substâncias tóxicas durante esse processo (Silva, 2002). Os nematoides são atraídos através dos exsudados que as plantas liberam pelas raízes, entrando no tecido das células da epiderme. Após encontrar a raiz, o nematoide usa seu estilete para penetra na raiz e se alimentar da mesma (Driouich et al., 2013).

Segundo Dias et al. (2010), há pelo menos 100 espécies de nematoides no mundo sendo que existem pelo menos 50 gêneros que atacam cultivos importantes. A maioria das lavouras de soja e milho encontra-se infestadas por fitonematoides. Mais de 40 espécies de 12 gêneros de nematoides tem sido citadas como parasitas de soja e milho (Costa et al., 2009; Silva 2007). Porém as espécies que mais estão presentes e atacam as lavouras brasileiras são o nematoide de galhas (*Meloidogyne* spp.), o de cisto (*Heterodera glycines*) e o das lesões radiculares (*P. brachyurus*).

Devido à necessidade de se manejar o nematoide de cisto da soja, o milho tem sido uma alternativa para a rotação/sucessão de cultura, pois não é parasitado por esse nematoide. Por outro lado, ambas as culturas são hospedeiras do *P. brachyurus*. De acordo com SBN (2015), de todas as espécies de nematoides que atacam a soja e o milho, *P. brachyurus* são as mais frequentes nas áreas produtoras dessas culturas. A ocorrência desse nematoide é vista em forte intensidade na região dos Cerrados principalmente em áreas de plantio direto, áreas com pastagens degradadas e/ou textura arenosa (Dias et al., 2007; Ribeiro et al., 2007). Ainda, Castillo & Vovlas (2008) indicam que os nematoides do gênero *Pratylenchus* são adaptados e/ou indivíduos pertencentes à fauna nativa de regiões de savanas, típico de regiões de clima tropical e seco, fazendo transição com diversos outros domínios no Brasil, onde é chamado de Cerrado.

Os fitonematoides assim como os demais patógenos de solo, podem causar danos e gerar perdas de produtividade em inúmeros cultivos através da destruição do sistema radicular (Amorim et al. 2011). Somente na cultura da soja, os fitonematoides podem ocasionar no Brasil prejuízos na casa de 16 bilhões de reais por ano (Machado, 2015).

A Sociedade Brasileira de Nematologia (SBN) revela que anualmente o agronegócio nacional contabiliza prejuízos de R\$ 35 bilhões, provocados pelo parasita nematoide. Este levantamento foi

feito com base nas amostras de solos analisadas, quanto a nematoides, locais de ocorrência dos nematoides, áreas com plantio de soja e a produtividades nestas. Como reflexo deste cenário, 98% dos solos do Mato Grosso e cerca de 90% dos solos, em Goiás apresentam evidências de nematoides em praticamente todas as grandes culturas nestas regiões. Estima-se que 10,6% das perdas anuais da produção internacional de soja são causadas por nematoides. Mais de 100 espécies de nematoides, envolvendo cerca de 50 gêneros, foram associadas ao cultivo da soja, em todo o mundo.

No Brasil, as espécies que causam os maiores danos são *Meloidogyne javanica*, *M. incognita*, *Heterodera glycines*, *Pratylenchus brachyurus* e *Rotylenchulus reniformis*. A importância dessas espécies no país deve-se a aspectos relevantes, como a presença endêmica, em diversas regiões produtoras (de *M. javanica* e *M. incognita*), a elevada variabilidade genética (*H. glycines*) e aos riscos potenciais de danos decorrentes do incremento de áreas cultivadas com espécies suscetíveis – casos de *P. brachyurus* e *R. reniformis*. (Aprosoja, 2006)

Devido a importância da soja e do milho na produção de commodities no Brasil, métodos de controle de fitonematoides tem sido amplamente estudados e validados. Dentre os principais estão a utilização de nematicidas químicos e biológicos, composto orgânicos, rotação de cultura com plantas não hospedeiras e uso de plantas tolerantes ou com baixo fator de reprodução (Silva et al., 2018).

2.4. *Pratylenchus brachyurus* – Nematóide das lesões radiculares

Os nematoides-das-lesões-radiculares (*Pratylenchus* spp.) são assim denominados pelos sintomas causados nas raízes das plantas hospedeiras, as quais servem de porta de entrada para bactérias e fungos, resultando em necroses e podridões. No Brasil e no mundo, ocupam o segundo lugar em relação aos impactos econômicos, superados apenas pelos nematoides-das-galhas. Cerca de 70 espécies do gênero são conhecidas, sendo *P. brachyurus* a única de relevância à cultura da soja, estando presente na maioria das regiões produtoras (Castillo *et al.*, 2012).

É um endoparasita migrador que causa danos mecânicos às raízes durante a alimentação e movimentação no interior dos tecidos. Além disso, apresenta ação espoliadora, pela retirada do

conteúdo citoplasmático, e danos por ação tóxica, pela injeção de substâncias no córtex radicular. Como consequência, modificam e destroem os tecidos, comprometendo a absorção e o transporte de água e nutrientes, prejudicando o desenvolvimento da planta (Goulart, 2008), bem como facilitando a infecção por patógenos secundários. Os sistemas radiculares parasitados mostram-se reduzidos e pouco volumosos, e as plantas apresentam menor estatura, clorose e murchamento das folhas, refletindo em perdas de produção .

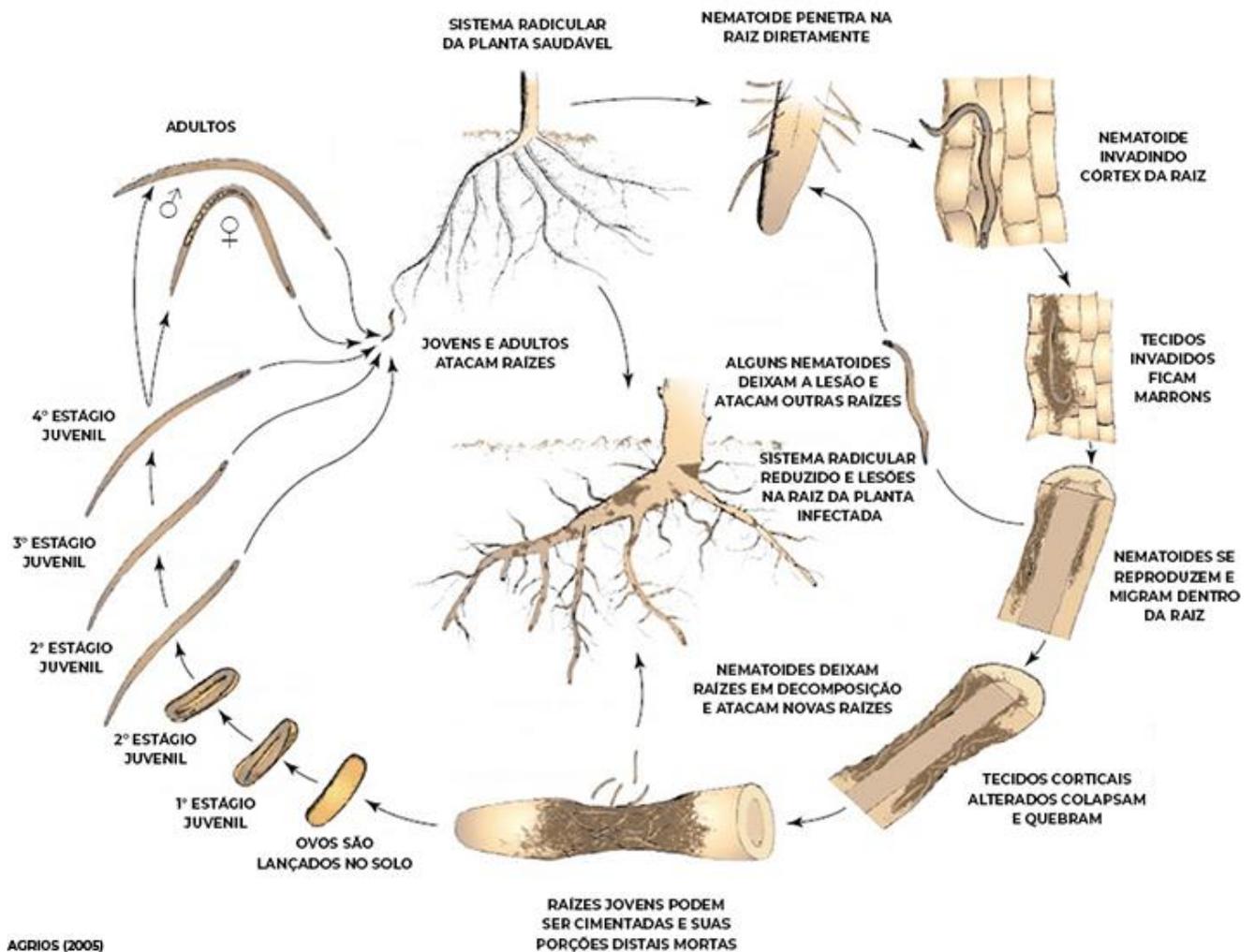


Figura 1: Ciclo de vida do nematoide *Pratylenchus brachyurus* (Agrios, 2005).

A alta incidência desse patógeno se dá devido a fato de ser uma praga de hábito polífago, presente em grande parte das áreas com sistema de sucessão soja-milho com o uso de variedades suscetíveis (SBN, 2015). *P. brachyurus* pode infectar uma ampla gama de plantas, incluindo culturas importantes como soja, milho, arroz, algodão, feijão, entre outras (Goulart, 2008; Dias, Asmus & Silva; 2010).

Dentre as culturas que hospedam o *P. brachyurus* em suas raízes, a soja e o milho são as que mais permitem a multiplicação desse nematoide, aumentando a população em locais com sucessão soja-milho segunda safra (Mainardi e Asmus 2015). A ocorrência desse nematoide pode variar de acordo com a região geográfica e as condições climáticas, mas em áreas onde está presente, pode causar perdas significativas nas colheitas.

Os danos causados pelo nematoide das lesões radiculares na soja podem variar de acordo com a densidade populacional do nematoide, estágio fenológico da planta no momento da infestação e as condições ambientais. Em casos de infestações severas, os prejuízos podem ser significativos, resultando em perdas na produção e diminuição da qualidade dos grãos de soja.

O manejo do *P. brachyurus* é desafiador, uma vez que os nematoides vivem no solo e podem permanecer inativos por longos períodos, esperando condições favoráveis para infestar as raízes das plantas. Medidas de manejo integrado, como a rotação de culturas, práticas de cultivo adequadas e uso de nematicidas, podem ser empregadas para minimizar os danos causados por esse fitoparasita (Freitas, Oliveira & Ferraz., 2001). A completa eliminação desses fitonematoides das áreas é extremamente difícil, portanto deve ser realizado o manejo preventivo, usando as ferramentas de manejos disponíveis associadas a sua viabilidade técnica e financeira. As técnicas de manejo mais utilizadas são o controle genético, cultural, químico e biológico (Favoreto, Meyer & Arieira., 2019).

2.5. Sistema de manejo

O manejo integrado de nematoides fitoparasitas é fundamentado em uma série de conceitos e instrumentos que visa à otimização econômica das ferramentas de controle através do uso compatível de táticas que mantenham a redução da produção abaixo do limiar de dano econômico, sem prejudicar o homem, os animais, as plantas e o ambiente (Bergamin Filho, 2008). A integração de medidas de controle visa interromper ou desacelerar, integradamente, o ciclo das relações patógeno-hospedeiro, interferindo no triângulo da doença. O manejo de nematoide deve ser realizado usando mais de um método de controle, mantendo a população do fitonematoide em níveis que não cause danos a cultura

(Tihohod, 1993). A associação de estratégias e/ou ferramentas de manejo afeta mais de um estágio do ciclo de vida do fitonematoide, tornando o manejo eficaz. Basicamente se recomendam quatro métodos para o manejo do nematoide das lesões radiculares: controle cultural, controle genético, controle químico e controle biológico.

O controle cultural consiste na utilização de práticas culturais que irão interferir na disseminação do patógeno e na sobrevivência do nematoide na ausência de alguma planta hospedeira e/ou alguma condição ambiental adversa. O uso de rotação com cultura não hospedeira ao nematoide presente na área ou cultivares com baixo fator de reprodução é uma alternativa interessante devido ao fato de não haver cultivares de milho e soja resistentes. Várias espécies já foram estudadas, e algumas apresentaram baixo fator de reprodução, como é o caso da *Crotalaria spectabilis* e *C. breviflora* (Inomoto 2008). Por ser um nematoide com ampla gama de hospedeiros, o manejo via rotação de culturas é dificultado, uma vez que poucas espécies de plantas apresentam resistência ao nematoide, sendo essas de pouco interesse por parte do produtor, como algumas espécies de crotalária.

O controle genético acontece quando o material da cultura a ser instalada apresenta resistência ao nematoide, suprimindo a capacidade de colonização e a reprodução do nematoide. Porém a obtenção de material com essas características é difícil, pois o material pode também não apresentar características agronômicas desejáveis (Freitas et al., 2001; Ritzinger & Fancelli, 2006). Outra dificuldade na obtenção desses materiais é encontrada quando o nematoide em estudo é o *P. brachyurus*, pelo fato de ser uma espécie polífaga que não se fixa na planta hospedeira e permanecem sempre móveis (Goulart, 2008).

O uso de cultivares resistentes seria o método ideal de manejo, uma vez que é eficiente na redução populacional do nematoide, bem como não aumenta o custo de produção, já que a própria semente é a ferramenta de manejo e não há a necessidade de adaptação de maquinário agrícola dentro da lavoura. Entretanto, poucas opções estão disponíveis no mercado com níveis elevados de resistência e alta produtividade, quando se fala nos nematoides de galhas, *Meloidogyne* spp., e no nematoide de cisto da

soja, *H. glycines*. Para *P. brachyurus*, entretanto, até o momento não foram encontradas fontes de resistência nas principais culturas agrícolas, como soja, milho e algodão.

Para a soja existem algumas cultivares consideradas moderadamente resistentes ou, como são conhecidas mais popularmente, com baixo fator de reprodução. Entretanto, cuidados devem ser tomados com a utilização dessas cultivares, pois haverá incremento populacional do nematoide na área, embora em menor magnitude ao não estabelecerem uma relação prolongada com seus hospedeiros, o principal mecanismo de resistência a nematoides, encontrado na maioria das espécies de plantas para os nematoides sedentários, ou seja, o abortamento do tecido nutridor via reação de hipersensibilidade, não é efetivo para *P. brachyurus*. Ainda, em relação ao nematoide e sua relação com a planta hospedeira, verificamos comumente a presença de variações na capacidade de parasitar e se multiplicar em diferentes cultivares ou hospedeiros, devido à grande variabilidade genética apresentada por esse nematoide, o que o leva à sua capacidade de adaptação a diferentes condições do ambiente ou mesmo a diferentes genes de resistência (Braga, 2021).

Outra estratégia de manejo é o controle biológico que tem como definição o uso de um ou mais organismos para reduzir ou controlar a população de uma praga ou espécimes que causam doenças e que trazem danos a cultura (Louzada, Barbosa & Carvalho., 2016). A ação dos agentes biológicos sobre os nematoides se dá por meio da limitação ou estabilização dos nematoides, ocorrendo por meio de competição, parasitismo e/ou produção de compostos tóxicos (Santos, Almeida & Leite., 2019). Bactérias do gênero *Bacillus* spp. tem sido utilizadas no manejo de nematoides, pois agem induzindo resistência a planta e produzindo toxinas que impactam na deposição de ovos e no desenvolvimento dos juvenis desses patógenos (Ferreira, Soares & De Carvalho., 2017). Podem agir direta ou indiretamente, na eclosão de ovos por meio da absorção de toxinas e/ou na mobilidade pela alteração de exsudatos radiculares, dificultando localização das raízes pelos fitonematoides (Machado, 2016).

O uso de nematicidas químicos é uma forma de controle amplamente utilizada atualmente, porém o uso incorreto desses produtos vem diminuindo sua eficácia e possibilitando a abertura à outras formas de manejo (Vitti, Neto, De Araujo & Santos., 2014). Outro ponto de atenção é o fato que grande parte

desse nematicidas são de classe toxicológica I (extremamente tóxico) e periculosidade ambiental II (muito perigoso) (Vidal, Queiroz & Trezzi., 2016), como por exemplo a abamectina que age estimulando a liberação do ácido gama-aminobutírico, um neurotransmissor inibitório, causando paralisia (ADAPAR, 2020). A abamectina atua nos canais de cloro, causando um aumento do fluxo de cloro nas sinapses nervosas, causando assim paralisia, dificuldade de movimentação e morte do nematoide (Syngenta, 2019). Outro nematicida químico muito utilizado é o fluopyram, que possui ação sistêmica e atua como inibido da succinato desidrogenase, inibindo a cadeia transportadora de elétrons e consequentemente a produção de energia de fungos e nematoides (Haydock et al., 2013). Devido a isso, o uso deve ser cuidadoso e seguindo a recomendação do produto para evitar intoxicações e para poder atingir o máximo potencial do produto. O manejo eficiente de nematoide só é possível devido ao fato desses patógenos apresentarem baixa mobilidade, com isso se a espécie de nematoide não apresentar estruturas de resistência ou não forem capaz de se hospedarem na cultura presente na área, terá a diminuição de sua população.

O tratamento de sementes é utilizado com o objetivo de garantir a germinação, vigor e sanidade das sementes através da aplicação de produtos fitossanitários na semente para controle de patógenos, pragas e nematoides no início do ciclo da cultura, podendo ter residual de até 20 a 30 dias (Rangel Júnior; 2018). Porém, somente o tratamento de sementes muitas vezes não oferece proteção completa contra o dano de nematoides, principalmente em solos com altas infestações . O principal objetivo do tratamento de sementes com nematicidas é proteger e garantir o desenvolvimento do sistema radicular da cultura na fase inicial de seu desenvolvimento (Araujo, 2013). Segundo Cruz (1999) , o tratamento de sementes não atinge 5% do custo total de insumos, sendo assim uma forma barata e eficiente no controle dos principais problemas iniciais da lavoura.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização e preparo da área

O referido estudo foi realizado na região do Planalto Verde no município de Montiviu-GO durante a safra 2021/2022 com as coordenadas sendo 17°25'18,10''S e 51°34'51,23''O e no município de Rio Verde durante na safra 2022/2023 com as coordenadas sendo 17°45'35,71''S e 51°02'08,06''O. Foram instalados em áreas com a presença de *P. brachyurus* após a identificação da reboleira com alta infestação desse patógeno.

O preparo e manejo do solo foram realizadas, conforme as atividades executadas nas fazendas, com o uso de calcário e adubação, sendo feita no sulco e à lanço com base na análise de solo. Nos experimentos realizados em Montividiu, foi feita a riscagem da área do experimento antes do plantio para facilitar a semeadura, que foi realizado manualmente devido as diferenças do tratamentos serem justamente o tratamento de sementes. Porém nos experimentos implantados em Rio Verde, os experimentos foram plantados com plantadora de parcela automatizada.

3.2. Instalação e delineamento experimental

Foram instalados 2 experimentos na safra 21/22, sendo um de soja e outro de milho em sucessão, após a colheita da soja. Na safra 22/23 foram feitos os mesmos dois experimentos, porém em outra área. O mesmo produto usado no tratamento da soja foi usado no do milho, preservando os mesmos produtos na parcela nos dois cultivos. O experimento possuiu 8 tratamentos com suas respectivas 8 testemunhas, sendo que cada tratamento teve 4 parcelas totalizando 64 parcelas para cada experimento. Foi feito em blocos casualizados. Cada parcela mediu de 2 metros de largura por 5 metros de comprimento, tendo 4 linhas semeadas espaçadas em 50 centímetros.

Foram semeadas 17 sementes por metro para os experimentos na cultura da soja usando a cultivar 96R10IPRO e 3,4 sementes por metro para os experimentos na cultura do milho utilizando o híbrido P3858PWU. Foram utilizadas cultivares recomendadas para a região e com suscetibilidade para o nematoide em estudo. As semeaduras de soja foram realizadas na segunda quinzena de outubro e as

semeaduras de milho após a colheita da soja, sendo realizadas na segunda quinzena de fevereiro em ambas as safras.

3.3 Condução do experimento

O manejo fitossanitário foi realizado de acordo com as necessidades observadas durante a condução dos experimentos. A adubação para soja foi feita no sulco de plantio seguindo a recomendação com base da análise de solo e teve 150kg de cloreto de potássio 15 dias após o plantio da soja. No milho foi feito 250kg de superfosfato simples no sulco plantio e 100-250 kg de ureia entre V3-V5 sendo parceladas em duas aplicações. A utilização de herbicidas, inseticidas e fungicidas foi feita com base na bula de produtos fitossanitários registrados para as culturas em estudo, sendo aplicados de acordo com a necessidade ao longo da condução dos experimentos.

3.4 Tratamentos

Tabela 1: Tratamentos e doses utilizadas na cultura da soja:

Tratamentos	Nome Comercial	Ativo	Dose em mL	Unidade
1	Lumialza	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> cepa PTA-4838	10 mL	mL/ha ¹
2	Votivo Prime	<i>Bacillus firmus</i> cepa I-1582	140 mL	100 kg de sementes
3	Ilevo	Fluopiram	200 mL	100 kg de sementes
4	Avicta	Abamectina	125 mL	100 kg de sementes
5	Lumialza	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> cepa PTA-4838	10 mL	mL/ha
	Illevo	Fluopiram	200 mL	100 kg de sementes
6	Lumialza	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> cepa PTA-4838	10 mL	mL/ha
	Avicta	Abamectina	125 mL	100 kg de sementes
7	Votivo Prime	<i>Bacillus firmus</i> cepa I-1582	140 mL	100 kg de sementes
	Ilevo	Fluopiram	200 mL	100 kg de sementes
8	Votivo Prime	<i>Bacillus firmus</i> cepa I-1582	140 mL	100 kg de sementes
	Avicta	Abamectina	125 mL	100 kg de sementes
9 - 16	Testemunhas	-	-	-

¹Referente à distribuição da dose recomendada uniformemente na quantidade necessária de sementes para o plantio de 1 hectare.

Tabela 2: Tratamentos e doses utilizadas na cultura do milho:

Tratamentos	Nome Comercial	Ativo	Dose em mL	Unidade
1	Lumialza	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> cepa PTA-4838	10 mL	mL/ha ¹
2	Votivo Prime	<i>Bacillus firmus</i> cepa I-1582	70 mL	60.000 sementes
3	Ilevo	Fluopiram	25 mL	60.000 sementes
4	Avicta	Abamectina	70 mL	60.000 sementes
5	Lumialza	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> cepa PTA-4838	10 mL	mL/ha
	Illevo	Fluopiram	25 mL	60.000 sementes
6	Lumialza	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> cepa PTA-4838	10 mL	mL/ha
	Avicta	Abamectina	70 mL	60.000 sementes
7	Votivo Prime	<i>Bacillus firmus</i> cepa I-1582	70 mL	60.000 sementes
	Ilevo	Fluopiram	25 mL	60.000 sementes
8	Votivo Prime	<i>Bacillus firmus</i> cepa I-1582	70 mL	60.000 sementes
	Avicta	Abamectina	70 mL	60.000 sementes
9 - 16	Testemunhas	-	-	-

¹Referente à distribuição da dose recomendada uniformemente na quantidade necessária de sementes para o plantio de 1 hectare.

O tratamento das sementes foi realizado no laboratório de tratamento de sementes da empresa Corteva Agriscience, localizado na cidade de Mogi Mirim-SP, sendo posteriormente enviadas para Rio Verde-GO. Os experimentos tiveram, além dos produtos nematicidas, outros produtos usados como base no seu tratamento de sementes. O tratamento de sementes foi realizado no equipamento HEGE 11, com capacidade de 20 a 3000 gramas de sementes por batelada e velocidade de rotação de 1200 rpm.

As sementes foram contadas através de contador eletrônico de grãos e sementes SANICK ESC 2011 e pesadas para obtenção do peso de mil sementes (PMS), para efeitos de cálculos de dosagem. Logo após pesam-se as sementes que foram tratadas, utilizando-se o híbrido especificado em cada

experimento. Após a dosagem, as sementes foram colocadas na cuba tratadora e inicia-se o movimento de rotação do equipamento. A partir deste momento, através de seringas dosadoras, despeja-se o volume de calda, via disco giratório. Através da ação da força centrífuga do disco giratório da cuba tratadora em alta rotação, os produtos são distribuídos sobre as sementes também em rotação. O processo é interrompido logo após todas as sementes estarem recobertas uniformemente pelo processo. Em seguida as sementes embaladas foram armazenadas em câmara fria até o momento do despacho. O tratamento de semente foi realizado em condições controladas de Laboratório, com temperatura de 20 a 22°C e UR entre 60 a 65%.

Para os experimentos de soja foram usados os produtos comerciais Rancona T (Ipconazol + Thiram) na dose de 200 mL/100 kg de sementes, Dermacor (Clorantraniliprole) na dose de 100mL/100 kg de sementes e o polímero AG Red L-232 na dose de 240 mL/100 kg de sementes. Já nos experimentos de milho, usou-se Rancona 450 FS (Ipconazol) na dose de 5,6 mL/100kg sementes, Maxim XL (Metalaxil-M + Fludioxonil) na dose de 100 mL/100 kg de sementes, Dermacor (Clorantraniliprole) na dose de 48 mL/60.000 sementes, Poncho (Clotianidina) na dose de 70 mL/60.000 sementes e o polímero L-440 na dose de 400 mL/100kg de sementes.

3.5 Parâmetros avaliados

Os parâmetros avaliados foram fitotoxicidade, estande de plantas, análise de vigor de plantas, análise de vigor de raízes, massa fresca de raízes, contagem do número de nematoides (juvenis e ovos) e colheita. A avaliação de fitotoxicidade foi realizada aos 7 e 14 DAE, sendo avaliada a parcela de uma forma geral utilizando a escala de notas de 0-100% onde, 0 indica a ausência de sintomas e 100% indica a morte da planta. As avaliações de injúria (notas de 0-100%), ou fitotoxicidade, foram realizadas de acordo com a metodologia proposta por Kandel et al. (2018) aos 7 e 14 DAE.

A avaliação do estande de plantas foi feito aos 7, 14, 21 e 28 DAE contando-se as 5 metros nas duas linhas centras totalizando 10 metros lineares por parcela. Nas análises de vigor de planta e vigor de raízes foi utilizada a escala de 1 a 9, onde todas as parcelas da testemunha receberam nota 5. As

parcelas dos outros tratamentos receberam notas de acordo com a escala: 1 = plantas muito piores que a testemunha, 3 = plantas um pouco piores que a testemunha, 5 = plantas iguais a testemunha, 7 = plantas um pouco melhores que a testemunha, 9 = plantas muito melhores que a testemunha. Essa escala foi criada e é utilizada pela empresa parceira a esse projeto e foi realizada aos 14 e 28 DAE.

A coleta de raízes para a contagem de nematoide foi aos 42 e 70 DAE contando-se a quantidade de juvenis e ovos de *P. brachyurus* por 10 gramas de raízes, sendo coletadas as plantas na linha 4 das parcelas tratadas e na linha 1 das parcelas de testemunha. Os materiais coletados foram assim condicionadas seguindo o padrão de datas utilizado pela empresa parceira a esse projeto. Optou-se pelo uso de testemunhas pareadas devido a existência de diferenças da população do nematoide na área, diminuindo assim a variação nas coletas. Antes de se realizar a contagem dos nematoides, as raízes foram pesadas e essa dado também foi coletado e analisado. Foi coletado o sistema radicular inteiro, lavadas sob peneiras e posteriormente pesadas. Usou-se a metodologia de Jenkins (1964) para extração em solo e a metodologia de Coolen & D'Herde (1972) para a extração em raízes. Para os experimentos de soja foram coletados 5 plantas por parcela e nos experimentos de milho somente 2 plantas por parcela.

Por último foi feita a colheita aos 115 DAE para a cultura da soja colhendo-se 5 metros nas duas linhas centrais e 150 DAE para a cultura do milho, colhendo-se as 20 espigas nas duas linhas centrais das parcelas. Os dados de produtividade foram corrigidos padronizando a umidade a 13% e posteriormente calculado em sacas por hectare.

3.6 Análise estatística

Para a análise estatística, foram considerados 9 tratamentos sendo 8 destes tratados com nematicidas e um tratamento foi a testemunha do estudo. Os dados de fitotoxicidade, estande, vigor de plantas, massa fresca de raízes e produtividade foram submetidos ao teste de Tukey a 5% de probabilidade. As avaliações de ovos e juvenis de *Pratylenchus brachyurus* foram submetidos os teste de Duncan a 5%. As variáveis que não apresentaram normalidade foram transformados com base no programa estatístico SASM-Agri (Canteri et al., 2001).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tratamentos não apresentam nenhum tipo de fitotoxicidade (necrose, clorose ou morte de plantas) ao longo do estudo, como já era esperado por se tratarem de produtos já comerciais e usados na modalidade de tratamento de sementes. Castro et al., (2008) e Tavares et al., (2007), observaram resultados semelhantes com o uso de inseticidas como a abamectina no tratamentos de sementes, não causando efeitos negativos na germinação, apresentando germinação igual a testemunha. Com isso, pode-se concluir que são seguros para as culturas da soja e do milho. As avaliações de fitotoxicidade foram realizadas aos 7 e 14 DAE, porém ambos se mostraram não fitotóxicos.

Na avaliação de estande da soja na safra 21/22, os tratamentos se mostraram semelhantes nas 4 avaliações feitas (Tabela 3). Porém os tratamentos com uso de nematicida apresentaram taxa média de germinação de 93,05% e as testemunhas 79,52% levando em conta que foram semeadas 17 sementes por metro. Devido a isso, os tratamentos com *Bacillus firmus*, Fluopiram, Abamectina, *B. amyloliquefaciens* + Fluopiram, *B. firmus* + Fluopiram e *B. firmus* + Abamectina foram superiores a testemunha na taxa de germinação. Segundo Soares e Santos (2007), o tratamento químico de sementes com nematicidas também apresenta ação sobre outras pragas iniciais, sendo importante ferramenta de manejo de forma geral e protegendo o estande de plantas.

Tabela 3: Contagem de estande de soja na safra 21/22 aos 7 DAE, 14 DAE, 21 DAE e 28 DAE.

Tratamento	Estande (Plantas/metro)				Germinação(%)
	7 DAE	14 DAE	21 DAE	28 DAE	
1 <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	15,4 ab	15,5	15,5 ab	15,1	90,4 ab
2 <i>Bacillus firmus</i>	16,5 a	15,5	16,5 a	16,0	94,9 a
3 Fluopiram	16,0 ab	15,8	14,6 ab	16,1	91,9 a
4 Abamectina	16,4 a	16,6	16,5 a	16,0	96,3 a
5 <i>B. amyloliquefaciens</i> + Fluopiram	16,5 a	15,6	16,6 a	15,7	94,7 a
6 <i>B. amyloliquefaciens</i> + Abamectina	14,5 ab	14,7	16,0 ab	14,6	87,9 ab
7 <i>B. firmus</i> + Fluopiram	16,4 a	15,2	16,4 a	15,7	93,7 a
8 <i>B. firmus</i> + Abamectina	16,6 a	15,5	16,7 a	15,6	94,7 a
9 Testemunha	13,1 b	14,2	13,1 b	13,7	79,6 b
CV (%)	8,21	NS	8,16	NS	6,00

Para a avaliação de estande de soja na safra 22/23, não houve diferenças entre todos os tratamentos e a taxa de germinação também se mostrou semelhante com média geral de 91,14% (Tabela 4). O resultado corrobora com o de Silva e Venzke (2014) para a cultura da soja, onde não se observou diferenças no estande entre a testemunha e os tratamentos após uso de biológico visando o manejo dos nematoides *Meloidogyne* sp., *Pratylenchus brachyurus* e *Helicotylenchus* sp.

Tabela 4: Contagem de estande de soja na safra 22/23 aos 7 DAE, 14 DAE, 21 DAE e 28 DAE.

Tratamento	Estande (Plantas/metro)				Germinação(%)
	7 DAE	14 DAE	21 DAE	28 DAE	
1 <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	14,3	15,2	14,5	14,9	86,6
2 <i>Bacillus firmus</i>	14,4	15,5	15,3	15,4	89,3
3 Fluopiram	15,2	15,6	15,6	15,6	91,2
4 Abamectina	15,7	15,9	15,7	15,8	92,5
5 <i>B. amyloliquefaciens</i> + Fluopiram	14,9	15,9	15,5	15,7	91,1
6 <i>B. amyloliquefaciens</i> + Abamectina	15,0	16,3	15,5	15,9	92,2
7 <i>B. firmus</i> + Fluopiram	15,7	16,5	16,0	16,2	94,6
8 <i>B. firmus</i> + Abamectina	14,8	15,9	15,5	15,7	91,0
9 Testemunha	15,5	15,2	16,0	15,7	91,8
CV (%)	NS	NS	NS	NS	NS

Para a avaliação de estande de milho na safra 21/22, observou-se número reduzido de plantas (Tabela 5). Isso se explica pela data de plantio tardia do experimento, sendo realizada 01/03/2022 em área sem irrigação disponível. Entre os tratamentos, o tratamento com Abamectina sozinha apresentou estande maior se comprado com a testemunha e os tratamentos *B. amyloliquefaciens* + Abamectina e *B. firmus* + Abamectina. Isso pode ter relação com o fato de que a abamectina possui efeito mais rápido no controle de nematoides em comparação aos produtos biológicos que levam mais tempo para se estabelecer no meio, necessitando de condições ideais para isso (Stangarlin, Schulz & Franzener., 2010; Vitti et al., 2014). Além disso, a abamectina tem efeito inseticida, ajudando na manutenção inicial do estande (AGROFIT, 2023).

Tabela 5: Contagem de estande do milho na safra 21/22 aos 7 DAE, 14 DAE, 21 DAE e 28 DAE.

Tratamento	Estande (Plantas/metro)				Germinação (%)
	7 DAE	14 DAE	21 DAE	28 DAE	
1 <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	3,1 ab	2,7 ab	2,7 ab	2,8 ab	82,6 ab
2 <i>Bacillus firmus</i>	2,8 abc	2,5 abc	2,5 abc	2,6 ab	75,4 abc
3 Fluopiram	2,7 abc	2,4 abc	2,4 abc	2,6 ab	73,8 abc
4 Abamectina	3,1 a	2,8 a	2,8 a	3,0 a	85,4 a
5 <i>B. amyloliquefaciens</i> + Fluopiram	2,7 abc	2,5 abc	2,5 abc	2,6 ab	75,0 abc
6 <i>B. amyloliquefaciens</i> + Abamectina	2,3 c	2,1 c	2,1 c	2,1 b	62,2 c
7 <i>B. firmus</i> + Fluopiram	2,7 abc	2,5 abc	2,5 abc	2,5 ab	74,0 abc
8 <i>B. firmus</i> + Abamectina	2,4 bc	2,2 bc	2,2 bc	2,3 b	64,6 bc
9 Testemunha	2,4 abc	2,1 c	2,1 c	2,2 b	65,4 bc
CV (%)	11,10	10,95	10,95	11,35	10,69

Estande de milho em 22/23 foi bastante igual para todos os tratamentos em estudo, com taxa de germinação de 95,86% na média dos tratamentos (Tabela 6). Devido a isso, diferenças estatísticas não foram observadas nessa avaliação, evidenciando que todos os tratamentos são seguros para essa cultura.

Tabela 6: Contagem de estande do milho na safra 22/23 aos 7 DAE, 14 DAE, 21 DAE e 28 DAE.

Tratamento	Estande (Plantas/metro)				Germinação (%)
	7 DAE	14 DAE	21 DAE	28 DAE	
1 <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	3,3	3,3	3,3	3,3	97,8
2 <i>Bacillus firmus</i>	3,3	3,3	3,3	3,3	95,5
3 Fluopiram	3,4	3,4	3,4	3,4	99,5
4 Abamectina	3,4	3,4	3,4	3,4	98,3
5 <i>B. amyloliquefaciens</i> + Fluopiram	3,1	3,1	3,1	3,1	90
6 <i>B. amyloliquefaciens</i> + Abamectina	3,1	3,1	3,1	3,1	90
7 <i>B. firmus</i> + Fluopiram	3,4	3,4	3,4	3,4	98
8 <i>B. firmus</i> + Abamectina	3,2	3,2	3,2	3,2	94,5
9 Testemunha	3,4	3,4	3,4	3,4	99
CV (%)	NS	NS	NS	NS	NS

Tabela 7: Nota de vigor de plantas de soja e de milho na safra 21/22 aos 14 e 28 DAE.

Tratamento	Vigor de plantas (Escala 1 - 9)			
	Soja		Milho	
	14 DAE	28 DAE	14 DAE	28 DAE
1 <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	5	6	7 a	6,5
2 <i>Bacillus firmus</i>	5	6	6,5 ab	7
3 Fluopiram	5	6	7 a	7
4 Abamectina	5	6	7 a	5
5 <i>B. amyloliquefaciens</i> + Fluopiram	5	6	7 a	6
6 <i>B. amyloliquefaciens</i> + Abamectina	5	5	6,5 ab	6
7 <i>B. firmus</i> + Fluopiram	5	5	7 a	5
8 <i>B. firmus</i> + Abamectina	5	6	6 ab	5
9 Testemunha	5	5	5 b	5
CV (%)	NS	NS	NS	NS

Para a avaliação de massa fresca de raízes (Tabelas 8 e 9), foram utilizadas as mesmas raízes em que se fez a contagem de juvenis e ovos de *P. brachyurus*. Não se observou-se diferenças em nenhuma avaliação de massa fresca de raízes. Fernandes, Lopes & Vieira; (2013) não relataram incremento de peso de raízes em plantas de feijoeiro cujas sementes foram tratadas com *Bacillus spp.*

Tabela 8: Massa fresca de raízes de soja e milho na safra 21/22 aos 42 e 70 DAE.

Tratamento	Peso de raízes (Gramas)			
	Soja		Milho	
	42 DAE	70 DAE	42 DAE	70 DAE
1 <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	16,7	26,5	146	244,5
2 <i>Bacillus firmus</i>	16,5	23,2	123,5	257,0
3 Fluopiram	13,6	24,0	129,3	246,3
4 Abamectina	14,8	19,4	120,5	229,0
5 <i>B. amyloliquefaciens</i> + Fluopiram	15,5	25,6	127,3	247,3
6 <i>B. amyloliquefaciens</i> + Abamectina	14,6	23,1	120,0	189,3
7 <i>B. firmus</i> + Fluopiram	14,3	19,5	105,8	247,8
8 <i>B. firmus</i> + Abamectina	15,1	26,2	89,5	198,5
9 Testemunha	17,6	30,1	86,2	247,5
CV (%)	NS	NS	NS	NS

Tabela 9: Massa fresca de raízes de soja e de milho na safra 22/23 aos 42 e 70 DAE.

Tratamento	Peso de raízes (Gramas)			
	Soja		Milho	
	42 DAE	70 DAE	42 DAE	70 DAE
1 <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	17,1	25,6	76,3	112,3
2 <i>Bacillus firmus</i>	14,0	27,1	102,3	112,8
3 Fluopiram	13,6	23,8	79,3	112,3
4 Abamectina	16,0	19,8	81,8	84,5
5 <i>B. amyloliquefaciens</i> + Fluopiram	13,8	19,3	87,5	109,5
6 <i>B. amyloliquefaciens</i> + Abamectina	14,2	23,8	80,0	111,8
7 <i>B. firmus</i> + Fluopiram	17,1	23,9	75,5	97,3
8 <i>B. firmus</i> + Abamectina	14,9	24,2	69,5	103,5
9 Testemunha	17,6	29,5	75,3	94,0
CV (%)	NS	NS	NS	NS

Na safra 22/23, semelhante a safra 21/22, somente a avaliação de 70 DAE da cultura de milho apresentou diferença entre os tratamentos (Tabelas 10 e 11), tendo os tratamentos *B. amyloliquefaciens*, *B. firmus* + Fluopiram e *B. firmus* + Abamectina diferença estatística se comparado com o tratamento *B. amyloliquefaciens* + Fluopiram. Esses três tratamentos obtiveram redução de 39,52%, 40,44% e 22,36% na população em comparação com a testemunha (Tabela 12).

Tabela 10: Contagem de juvenis de *Pratylenchus brachyurus* em raízes de soja e de milho na safra 21/22 aos 42 e 70 DAE.

Tratamento	População <i>Pratylenchus brachyurus</i> (10 gramas de raízes)			
	Soja		Milho	
	42 DAE	70 DAE	42 DAE	70 DAE
1 <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	394,3	249,3	1661,5	625,8 a
2 <i>Bacillus firmus</i>	397,5	549,0	362,3	2981,8 ab
3 Fluopiram	466,8	491,0	532,5	2083,5 ab
4 Abamectina	228,5	437,8	381,5	1650,3 ab
5 <i>B. amyloliquefaciens</i> + Fluopiram	510,3	595,8	742,5	1975,3 ab
6 <i>B. amyloliquefaciens</i> + Abamectina	619,5	539,3	1119,8	647,0 ab
7 <i>B. firmus</i> + Fluopiram	445,5	562,8	794,8	2533,0 b
8 <i>B. firmus</i> + Abamectina	420,8	694,5	1900,5	1665,0 ab
9 Testemunha	287,8	507,3	832,8	1823,8 ab
CV (%)	NS	NS	NS	12,45

Tabela 11: Contagem de juvenis de *Pratylenchus brachyurus* em raízes de soja e de milho na safra 22/23 aos 42 e 70 DAE.

Tratamento		População <i>Pratylenchus brachyurus</i> (10 gramas de raízes)			
		Soja		Milho	
		42 DAE	70 DAE	42 DAE	70 DAE
1	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	1723,3	3500,5	2352,8	2101,5 a
2	<i>Bacillus firmus</i>	1226,0	1546,3	2696,8	2540,8 ab
3	Fluopiram	937,8	739,8	2055,8	4041,0 ab
4	Abamectina	740,3	1033,3	2411,8	2902,0 ab
5	<i>B. amyloliquefaciens</i> + Fluopiram	1304,8	1831,8	3725,8	4836,3 b
6	<i>B. amyloliquefaciens</i> + Abamectina	838,5	1338,3	1525,3	2118,0 ab
7	<i>B. firmus</i> + Fluopiram	864,3	1131,8	3165,8	2069,8 a
8	<i>B. firmus</i> + Abamectina	936,5	2122,0	2989,0	2696,8 a
9	Testemunha	1203,8	1471,8	2573,5	3474,8 ab
CV (%)		NS	NS	NS	23,03

Tabela 12: Comparação em porcentagem entre as coletas de 42 e 70 DAE na contagem de juvenis de *Pratylenchus brachyurus* em raízes de soja e de milho nas safras 21/22 e 22/23.

Tratamento		Redução entre coletas de 42 – 70 DAE (%)			
		Soja		Milho	
		21/22	22/23	21/22	22/23
1	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	-37	+103	-62	-11
2	<i>Bacillus firmus</i>	+38	+26	+723	-6
3	Fluopiram	+5	-21	+291	+97
4	Abamectina	+92	+40	+333	+20
5	<i>B. amyloliquefaciens</i> + Fluopiram	+17	+40	+166	+30
6	<i>B. amyloliquefaciens</i> + Abamectina	-13	+60	-42	+39
7	<i>B. firmus</i> + Fluopiram	+26	+31	+219	-35
8	<i>B. firmus</i> + Abamectina	+65	+127	-12	-10
9	Testemunha	+76	+22	+119	+35
CV (%)		-	-	-	-

Os resultados condizem com o trabalho de Fernandes e Pereira (2020), onde se mostrou o potencial de reprodução de *P. brachyurus* em soja, podendo se multiplicar em até 30 vezes durante o cultivo, mostrando que somente uma forma de controle é ineficiente para reduzir a população desse patógeno. Outro motivo pelo baixo percentual de controle dos tratamentos se deve a possibilidade dos produtos biológicos não se expressarem na primeira safra, necessitando serem utilizados em mais de uma safra agrícola, pois os efeitos e interações desses produtos nem sempre são vistos em sua primeira

utilização (Medeiros & Monteiro, 2015). Segundo Fonseca e Almeida, (2018), o uso de nematicidas químicos apresenta efeito imediato, reduzindo a infestação de nematoide enquanto o ingrediente ativo ainda persiste no solo, não tendo residual muito longo. Já os nematicidas biológicos apresentam efeitos mais tardiamente, como evidencia Oliveira et al., (2017) em cultivo de feijão, onde a aplicação de *B. subtilis* via tratamento de semente apresentou controle a partir dos 30 dias de semeadura.

Em um comparativo aos 42 e 70 DAE das populações de juvenis nas duas safras do estudo, o tratamento *B. amyloliquefaciens* demonstrou redução em três das quatro análises, evidenciando sua perpetuação no solo. Nenhum outro tratamento obteve esse resultado e a testemunha aumentou em todas as análises feitas. Bactérias como o *B. amyloliquefaciens* atuam suprimindo diretamente os nematoides, promovendo o crescimento das plantas e conseqüentemente auxiliando a colonização de microorganismos antagonistas aos fitonematoides (Tian et al., 2007).

A contagem de ovos apresentou diferenças na safra 21/22 (Tabela 13). Aos 42 DAE no cultivo de soja, o tratamento *Bacillus amyloliquefaciens* sozinho foi superior em controle em comparação com suas misturas *B. amyloliquefaciens* + Fluopiram e *B. amyloliquefaciens* + Abamectina. Em relação a testemunha, apresentou 78,41 % menos ovos do nematoide. Esse mesmo tratamento foi superior ao *B. firmus* na avaliação aos 70 DAE no cultivo de milho, não apresentando presença de ovos nessa avaliação.

Tabela 13: Contagem de ovos de *Pratylenchus brachyurus* em raízes de soja e de milho na safra 21/22 aos 42 e 70 DAE.

Tratamento	Ovos <i>Pratylenchus brachyurus</i> (10 gramas de raízes)			
	Soja		Milho	
	42 DAE	70 DAE	42 DAE	70 DAE
1 <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	15,0 a	225,0	0	0 a
2 <i>Bacillus firmus</i>	40,5 ab	124,5	0	417,5 b
3 Fluopiram	63,5 ab	121,8	8	239,5 ab
4 Abamectina	58,3 ab	104,3	0	160,0 ab
5 <i>B. amyloliquefaciens</i> + Fluopiram	111,0 b	58,8	4,8	217,5 ab
6 <i>B. amyloliquefaciens</i> + Abamectina	114,8 b	76,8	28,8	29,5 ab
7 <i>B. firmus</i> + Fluopiram	41,0 ab	97,8	8,3	200,5 ab
8 <i>B. firmus</i> + Abamectina	29,8 ab	169,5	0	142,3 ab
9 Testemunha	69,5 ab	143,0	4,8	229,5 ab
CV (%)	64,01	NS	NS	59,91

O resultado da contagem de ovos na safra 22/23, demonstrou novamente a eficácia do uso de *Bacillus* no sistema (Tabela 14). Na avaliação aos 42 DAE da soja, a combinação *B. firmus* + Abamectina apresentou menos ovos que o produto químico fluopiram sozinho, tendo uma redução de 90,90% em comparação com a testemunha. Já na avaliação de 70 DAE da soja, o tratamento *B. amyloliquefaciens* + Fluopiram foi melhor em comparação ao dois tratamentos biológicos sozinhos e o fluopiram sem mistura também, evidenciando que para soja a mistura de nematocidas biológicos e químicos ajudam a reduzir a contagem de ovos.

Tabela 14: Contagem de ovos de *Pratylenchus brachyurus* em raízes de soja e de milho na safra 22/23 aos 42 e 70 DAE.

Tratamento	Ovos <i>Pratylenchus brachyurus</i> (10 gramas de raízes)			
	Soja		Milho	
	42 DAE	70 DAE	42 DAE	70 DAE
1 <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	39,5 ab	199,5 b	160,5 a	74,0 a
2 <i>Bacillus firmus</i>	59,5 ab	179,5 b	146,75 ab	481,0 b
3 Fluopiram	103,5 b	169,0 b	266,3 ab	365,5 ab
4 Abamectina	37,0 ab	84,8 ab	240,3 ab	189,0 ab
5 <i>B. amyloliquefaciens</i> + Fluopiram	91,5 ab	21,0 a	541,5 b	330,8 ab
6 <i>B. amyloliquefaciens</i> + Abamectina	99,5 ab	123,3 ab	88,0 a	88,5 ab
7 <i>B. firmus</i> + Fluopiram	20,5 ab	100,5 ab	279,5 ab	167,0 ab
8 <i>B. firmus</i> + Abamectina	6,5 a	86,5 ab	158,3 a	280,8 ab
9 Testemunha	71,5 ab	145,8 ab	191,3 ab	218,0 ab
CV (%)	65,14	58,38	18,97	19,05

Na avaliação da cultura do milho nessa mesma safra, aos 42 DAE os tratamentos *Bacillus amyloliquefaciens*, *B. amyloliquefaciens* + Abamectina e *B. firmus* + Abamectina foram melhores que a combinação de *B. amyloliquefaciens* + Fluopiram, porém foram semelhantes a testemunha. Já aos 70 DAE, o tratamento *Bacillus amyloliquefaciens* foi estatisticamente melhor que o outro biológico *Bacillus firmus*, obtendo também redução de 66,05% no comparativo com a testemunha. Isso pode ser explicado pois algumas espécies do gênero *Bacillus* spp. podem dificultar o reconhecimento nematoide-planta, uma vez que sintetizam metabólitos secundários presentes no ciclo reprodutivo do

nematoide e também degradam exsudatos radiculates (Araújo, 2018). Algumas bactérias do gênero *Bacillus spp.*, tem como modo de ação a produção de substâncias que inibem a eclosão e movimentação dos nematoides, além de formarem uma barreira física e químicas na rizosfera, dificultando a entrada do patógeno (Teixeira, 2021).

Para o cultivo da soja, os resultados de contagem de ovos e juvenis corroboram o com o resultado de Fernandes (2012), que cita a necessidade de se estudar o uso de nematicidas com outros métodos de controle, pois os agentes de controle químicos e biológicos não reduziram a população de *P. brachyurus*. Neste mesmo trabalho, os tratamentos contendo , Fluorpiram e Abamectina, seguido das aplicações de *Trichoderma asperellum* + *B. amyloliquefaciens*, no sulco de plantio e *B. subtilis* + *B. licheniformis* no tratamento de sementes, influenciaram negativamente na multiplicação de *Pratylenchus*.

De um modo geral, os experimentos não apresentaram diferenças de produtividade entre os tratamentos e a testemunha estatisticamente (Tabelas 15 e 16). Porém na maior parte do resultados, a testemunha foi numericamente superior na produtividade.

Tabela 15: Produtividade em sacas de 60 kg por hectare dos experimentos de soja e milho nas safras de 21/22 e 22/23.

Tratamento	Produtividade (Sacas de 60kg/ha)			
	Safrá 21/22		Safrá 22/23	
	Soja	Milho	Soja	Milho
1 <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	55,82	94,90	59,18	127,1 ab
2 <i>Bacillus firmus</i>	66,25	86,80	62,18	130,3 a
3 Fluopiram	63,23	90,43	61,25	128,4 ab
4 Abamectina	55,98	85,48	62,98	115,7 b
5 <i>B. amyloliquefaciens</i> + Fluopiram	67,15	82,68	58,33	125,6 ab
6 <i>B. amyloliquefaciens</i> + Abamectina	55,6	86,85	58,53	123,9 ab
7 <i>B. firmus</i> + Fluopiram	62,75	84,15	63,63	126,9 ab
8 <i>B. firmus</i> + Abamectina	57,45	74,35	63,98	126,7 ab
9 Testemunha	63,68	81,9	63,13	133,0 a
CV (%)	NS	NS	NS	4,56

Tabela 16: Incremento em sacas de 60 kg por hectare dos experimentos de soja e milho nas safras de 21/22 e 22/23.

Tratamento		Produtividade (Sacas de 60kg/ha)			
		Safra 21/22		Safra 22/23	
		Soja	Milho	Soja	Milho
1	Bacillus amyloliquefaciens	-7,86	+13	-3,95	-5,9
2	Bacillus firmus	+2,57	+4,9	-0,95	-2,7
3	Fluopiram	-0,45	+8,53	-1,88	-4,6
4	Abamectina	-7,7	+3,58	-0,15	-17,3
5	B. amyloliquefaciens + Fluopiram	+3,47	+0,78	-4,8	-7,4
6	B. amyloliquefaciens + Abamectina	-8,08	+4,95	-4,6	-9,1
7	B. firmus + Fluopiram	-0,93	+2,25	+0,5	-6,1
8	B. firmus + Abamectina	-6,23	-7,55	+0,85	-6,3
9	Testemunha	-	-	-	-
CV (%)		-	-	-	-

Conforme Fernandes (2012), associação de produtos químicos juntamente com biológicos devem ser analisados com outras variáveis como níveis de adubação, material, textura de solos e também combinados com outros biocontroladores. Isso evidencia mais uma vez a necessidade de se estudar o controle atrelado a outras práticas de manejo para fitonematoides e também estudar a compatibilidade de produtos biológicos atrelados a nematicidas químicos. Além disso, produtos biológicos podem precisar de mais tempo para se estabelecerem no ambiente de cultivo, não controlando o *P. brachyurus* de imediato (Fernandes, 2020).

5. CONCLUSÃO

Os produtos mostraram-se seguros para os cultivos de soja e milho, não apresentando fitotoxicidade e interferência negativa no estabelecimento do estande.

Em relação a redução dos parâmetros populacionais de *Pratylenchus brachyurus*, os produtos biológicos e biológicos + químicos foram mais promissores nessas avaliações. Na contagem de juvenis e ovos no cultivo do milho, o *Bacillus amyloliquefaciens* sozinho ou em combinação com a abamectina, foram os tratamentos que apresentaram os melhores resultados.

Mais estudos são necessários utilizando o tratamento de sementes em combinação com outras práticas de manejo para reduzir a população do fitonematoide em estudo e conseqüentemente apresentar aumento de produtividade.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adapar.cadusafós. Disponível em: < <https://www.adapar.pr.gov.br/Pagina/Agrotoxicos-Inseticidas> >. Acesso em 25 set. 2023.

Agrios, G. (2005). *Plant pathology* (5ª Edição). Academic Press.

Amorim, L.; Rezende, J.A.M. & Bergamin Filho, A. 2011. Manual de fitopatologia: Princípios e conceitos. 4ª ed. São Paulo: Agronômica Ceres, v.1, 704p.

Araujo, F. F. De, Bragante, R. J., & Bragante, C. E. 2013. Controle genético, químico e biológico de meloidoginose na cultura da soja. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 42(2), 220–224.

APROSOJA, 2020. Disponível em: <<https://aprosojabrasil.com.br/a-soja/>> Acesso em 25 de setembro 2023.

Bortolini, G. L., D. V. Araújo, F. D. Savislak, R. Junior, W. Krause. 2013. Controle de *Pratylenchus brachyurus* via tratamento de semente de soja. *Enciclopédia Biosfera*, v. 9, n. 7, p. 818-830.

Braga, Adeliane Ferreira. 2021. "INTERAÇÃO DE *Trichoderma asperellum* E *Bacillus* spp. UTILIZADOS NO CONTROLE BIOLÓGICO DE DOENÇAS NA SOJA."

Carvalho, M.A.C. Et Al. 2004 Soja em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional em solo de Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.39, n.11, p.1141-1148.

Castillo, P. Et Al. 2012 *Pratylenchidae: the lesion nematodes*. In: MANZANILLA-LÓPEZ, R.H.; MARBÁN-MENDOZA, N.(ed.). *Practical plant nematology*. Montecillo, Mexico: Editorial Colegio de Postgraduados,. cap.12, p.411-478.

Castro, G. S. A. Et Al. 2008. Tratamento de sementes de soja com inseticidas e um bioestimulante. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 43, n. 10, p. 1311-1318.

Chang, K.F, S.F. Hwang, R.L. Conner, H.U. Ahmed, Q. Zhou, H. Fu, G.D. Turnbull, R. Nyandoro, S.E. Strelkov, D.L. McLaren, B.D. Gossen. 2019. Effects of *Fusarium avenaceum* and *Rhizoctonia solani* on the growth of soybean in saline soils. Canadian journal of plant science. v.99.p.128-137.

Coelho, H.A., H. Grassi Filho, R.D. Barbosa, J.C.T. Romeiro, V. Pompermayer, T. F. Lobo. 2011. Eficiência foliar da aplicação de nutrientes na cultura da soja. Revista Agrarian, v. 4, n. 11, p. 73-78.

Companhia Nacional De Abastecimento - Conab. Soja, Safra 2022/2023. 5º Levantamento da Safra de Grãos 2022/2023. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/infoagro/safra/graos/boletim-da-safra-de-graos>> Acesso em: 11 de fev. de 2023.

CONAB - Companhia Nacional De Abastecimento. 2022. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, Brasília, DF, v. 9, safra 2021/22, n. 9 nono levantamento, junho 2022. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 15 agosto de 2023.

CONAB. 2021. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, Safra 2020/21 – 10º levantamento, Brasília.

Contini, E., M.M. Mota, R. Marra, E. Borghi, R.A. Miranda, A.F. Silva, D.D. Silva, J.R. Machado, L.V. Cota, R.V. Costa, & S.M. Mendes, 2019. Milho: caracterização e desafios tecnológicos. Embrapa, Brasília, DF. 45p.

Coolen, W. A., D'Herde, C. J. 1972. A method for the quantitative extration of nematodes from plant tissue. State Agriculture Research Center – GHENT, Belgium. p.77.

Costa, M.J.N.; Pasqualli, M.P. & Prevedello, R. 2014. Efeito do teor de matéria orgânica do solo, cultura de cobertura e sistema de plantio no controle de *Pratylenchus brachyurus* em soja. Summa Phytopathologica, Botucatu, v. 40, n. 1, 63-70p.

Cruz, I., P.A. Viana & J. M. Waquil. 1999. Manejo das pragas iniciais de milho mediante o tratamento de sementes com inseticidas sistêmicos. Sete Lagoas, Embrapa, 39p. (Circular Técnica, 31).

Dias, W. P.; Ferraz, S.; Silva, A.A.; Lima, R. D. & Valle, L.A.C. 1995. Hospedabilidade de Algumas Ervas Daninhas Ao Nematóide De Cisto Da Soja (*Heterodera glycines* Ichinoe). In: Congresso Internacional de Nematologia Tropical, 1995, Rio Quente. Anais: Sociedade Brasileira de Nematologia, 36p.

Dias, W.P., G.L. Asmus, J.F.V. Silva, A. Garcia, G.E.Des. Carneiro. 2010. Nematóides. In: ALMEIDA, A. M. R.; SEIXAS, C. D. S. (Eds). Soja: doenças radiculares e de hastes e inter-relações com o manejo do solo e da cultura. Embrapa Soja, 2010. P.173-206.

Driouich, A.; Follet-Gueye, M. L.; Vické-Gibouin, M.; Hawes, M. 2013. Root border cells and secretions as critical elements in plant host defense. *Current opinion in plant biology*, v.16, (4), p.489-495, 2013.

Favoreto, L.; Meyer, M. C.; Arieira, C. R. D.; Machado, A. C. Z.; Santiago, D. C.; Ribeiro, N. R. 2019. Diagnóstico e manejo de fitonematóides na cultura da soja. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.40, p.18-29, 2019.

Fernandes, Rafael Henrique; Marcelo Pereira Vilela Junior. 2020. PRODUTOS BIOLÓGICOS E QUÍMICOS, EM TRATAMENTO DE SEMENTE E SULCO DE PLANTIO, PARA O MANEJO DE *Pratylenchus brachyurus* EM SOJA. ANUÁRIO DE PESQUISAS AGRICULTURA-RESULTADOS 2020, p. 177.

Fernandes, R. H.; Lopes, E. A.; Vieira, B. S.; Bontempo, A. F. 2013. Controle de *Meloidogyne javanica* na Cultura do Feijoeiro com Isolados de *Bacillus* spp. *Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas*, Chapadina, v. 7, n. 1, p. 76-81. 2013.

Ferraz, L. C. B. Et Al 2001. Relações Parasito-hospedeiro das Meloidoginoses da soja. Londrina: Embrapa, 2001. 127 p. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/463005/relacoes-parasito-hospedeiro-nas-meloidoginoses-da-soja>>. Acesso em: 25 set. 2023.

Ferraz, S., L. G. de Freitas, E. A. Lopes, and C. R. Dias-Arieira. 2010. Manejo sustentável de fitonematóides. Viçosa: UFV, 306 p.

Ferreira, R. J.; Soares, P. L. M.; De Carvalho, R. B.; Dos Santos, J. M. Batista, E. S. P. Barbosa, J. C. 2017. Espécies de *Bacillus* no controle dos nematoides das galhas e no desenvolvimento de canadeaçúcar. *Nematropica* 47:106113, Vol. 47, No. 2, P. 107, 2017.

Fonseca, W.L., F.A. Almeida, M.L.T. Leite, A.M. Oliveira, J.T. Prochnow, L.L. Ramos, T.P. Rambo, F. Alcântara Neto, F.F. Pereira, R.M. Carvalho. 2018. Influência de manipueira sobre *Meloidogyne javanica* na soja. *Revista de Ciências Agrárias*. 41(1): 182-192.

Franchini, J. C., H. Debiasi, W. P. Dias, E. U. Ramos Junior, J. F. V. Silva. 2014. Perda de produtividade da soja em área infestada por nematoide das lesões radiculares na região médio norte do Mato Grosso. In: BERNARDI, A. C. de C.; NAIME, J. de M.; RESENDE, A. V.; BASSOI, L. H.; INAMASU, R. Y. (Ed.). *Agricultura de Precisão: resultados de um novo olhar*. Embrapa, 2014. P. 274-278.

Freitas, L. G.; Oliveira, R. D. L.; Ferraz, S. 2001. Introdução à Nematologia. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 84 p., 2001.

Gallaher, R. N.; D. W. Dickson, D. W.; Corella, J. F.; Hewlett, T. E. 1988. Tillage and Multiple Cropping Systems and Population Dynamics of Phytoparasitic Nematodes. *Jornal of Nematology*, Deleon Springs, v. 2, n. 1, p. 90-94, 1988.

Goulart, A. M. C. 2008. Aspectos Gerais sobre nematoides das lesões radiculares (gênero *Pratylenchus*). Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 30p.

Goulart, A.M.C. 2019. Aspectos gerais sobre nematoides-das-lesões-radiculares (gênero *Pratylenchus*). Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008. 30p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 219). *Informe Agropecuário, Belo Horizonte*, v. 40, n. 306, p. 18-29, 2019.

Haydock, P.P.J. Et Al. 2013. Chemical control of nematodes. In: PERRY, R.; MOENS, M (Eds.). *Plant nematology*, Wallingford: CABI Publishing, 2013. v. 2, p. 459– 479.

Inomoto, M. M. 2011. Avaliação da resistência de 12 híbridos de milho a *Pratylenchus brachyurus*. *Tropical Plant Pathology*, Brasília, v. 36, p. 308-312, 2011.

Iwahashi, Paula Municelli Rodrigues. 2021. Defeitos em grãos de soja produzidos no estado de São Paulo: impactos na qualidade do óleo e farelo e seu efeito no processamento. 2021. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz.

Jenkins, W. R. A. 1964. rapid centrifugal – flotation technique for separating nematodes from soil. Plant Disease Report, v. 48, 1964. p. 692.

Lordello, L. G. E. 1984. Nematoides das plantas cultivadas. São Paulo, Nobel. 314 p. 1984.

Louzada, G.A.S.; Barbosa, H.N.; Carvalho, D.D.C.; Martins, I.; Lobo Junior, M.; Mello, S.C.M. 2016 Relações entre testes com metabólitos e seleção de isolados de *Trichoderma* spp. antagônicos a *Sclerotinia sclerotiorum*. Revista brasileira de Biociencias, v. 14, n.1, Porto Alegre, RS. p. 9-14

Machado, A. 2015. Nematóide: a praga que custa R\$ 35 bilhões ao agronegócio brasileiro. Piracicaba: ADEALQ – USP-ESALQ, 2015. Disponível em: [http://www.adealq.org.br/acontece/Nematóide-a-praga-que-custa-R\\$-35-bilh%C3%B5es-ao-agroneg%C3%B3cio-brasileiro-1410](http://www.adealq.org.br/acontece/Nematóide-a-praga-que-custa-R$-35-bilh%C3%B5es-ao-agroneg%C3%B3cio-brasileiro-1410).

Machado, Andressa Cristina Zamboni; Kaneko, Lécio; Pinto, Zayame Vegette. 2016. Controle biológico. Nematoides fitoparasitas do algodoeiro nos cerrados brasileiros: Biologia e medidas de controle. IMAmt, p. 287-312, 2016.

Mainardi, J. T.; Asmus, G.L. 2015. Danos e potencial reprodutivo de *Pratylenchus brachyurus* em cinco espécies vegetais. Revista de Agricultura Neotropical, Cassilândia-MS, v. 2, n. 4, 38-47p., out./dez.

Marcelo G. Canteri, Rômulo A. Althaus, Jorim S. das Virgens Filho, Éder A. Giglioti, Cláudia V. Godoy 2001.SASM-AGRI - SISTEMA PARA ANÁLISE E SEPARAÇÃO DE MÉDIAS EM EXPERIMENTOS AGRÍCOLAS PELOS MÉTODOS SCOTT-KNOTT, TUKEY E DUNCAN1. Revista Brasileira de Agrocomputação, v.1, n.2, p.18-24, Dez.2001 Ponta Grossa-PR, DEINFO/UEPG - <http://www.agrocomputacao.deinfo.uepg.br>

Medeiros, F. H. V.; Monteiro, F. P. 2015. Perspectivas do controle biológico de doenças de plantas no Brasil. Marechal Cândido Rondon: Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 360 p., 2015.

Miranda, R., F. Durães, J.C. Garcia, S. Parentoni, D.P. Santana, A.A. Purcino & E. Alves, 2019. Tecnologia brasileira e supersafra de milho. EMBRAPA.

Munkvold G.P. 2009. Seed Pathology Progress in Academia and Industry. Annu. Rev. Phytopathol. v. 47. p.285-311.

Neves, S.S. et al. 2016. Desempenho de híbridos de milho sob a ação de *Pratylenchus brachyurus* e *P. Zeae*. Nematropica, v.46, n.1, 71-75p.

Oliveira, G.R.F., M.S. Silva, S.L. Proença, J.W. Bossolani, J.A. Camargo, F.S. Franco, M.E. Sá. 2017. Influência do *Bacillus subtilis* no controle biológico de nematoides e aspectos produtivos do feijoeiro. Brazilian Journal of Biosystems Engineering. 11(1): 47-58.

Oriani, E. E. 2015. Metodologias de aplicação de sulfonamida heterocíclica no controle de *Meloidogyne javanica* e *Pratylenchus brachyurus* em soja. 80f. Dissertação de Mestrado, Agronomia (Produção Vegetal), UNESP. 2015.

Rahman, M.M.E., Ali, M.E., Ali, M.S., Rahman, M.M.; Islam, M.N. 2008. Hot water thermal treatment for controlling seed-borne mycoflora of maize. Int. J. Sustain. Crop Prod. v. 3. n.5. p. 5-9.

Rangel Júnior, J.C.P. 2018. Manejo de *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae) com inseticidas e efeito da adubação silicatada na indução de resistência de plantas de milho. Trabalho de Conclusão de Curso, UFU, Uberlândia, 30p.

Ribeiro, N. R. 2009. Avaliação de espécies vegetais e cultivares de soja para a composição de esquemas de rotação ou sucessão de culturas para o manejo de *Pratylenchus brachyurus*. 56f. Tese de Doutorado, Pós-Graduação Agronomia, Universidade Estadual de Londrina (UEL). 2009.

Ritzinger C. H. S. P.; Fancelli, M. 2006. Manejo Integrado de nematoides na cultura da bananeira. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 331-338.

Santos Arb, Almeida Fad, Leite MLt, Fonseca Wl, Alcân-Tara Neto Fd, Pereira Ff, Santos Tsd. 2019. Biocontrole no manejo de *Pratylenchus brachyurus* na soja. Revista de Ciências Agrárias, v.42, n.3, p.201-210, 2019. <http://dx.doi.org/10.19084/rca.17201>.

Silva, J.F.V., G.E.S. Carneiro, J.T. Yorinori, A.M.R. Almeida, C.A.A. Arias, R.A.S. Kihl, L.A. Almeida, E. Oliveira, C.G. Lima, I.C. Schober, G.G. Filho, G.M.G. Aliglieri, J.I. Gomes, N.V. Souza & L.C. Benato. 2002. Contribuição ao desenvolvimento de linhagens de soja com resistência a patógenos. Embrapa Soja, Londrina. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 1), 2002. p. 43.

Silva, R. A.; Venzke, S. F. 2014. Interação entre Fitonematoides e o adubo biológico microgeo na cultura da soja. Fundação Mato Grosso. Rondonópolis.

Sindmilho & Soja. 2020. Soja e Suas Riquezas - História. Disponível em: <<http://www.fiesp.com.br/sindimilho/sobre-o-sindmilho/curiosidades/soja-e-suas-riquezas-historia/>> Acesso em 25 setembro 2023.

Soares, P.L.M.; Santos, J.M. 2007. Aniquilado pela raiz. Revista Cultivar – Grandes culturas. 97: 14-17. 2007.

Stangarlin, J. R.; Schulz, D. G.; Franzener, G.; Assi, L.; Schwan Estrada, K. R. F.; Kuhn, O. J. 2010. Indução de fitoalexinas em soja e sorgo por preparações de *Saccharomyces boulardii*. Arquivos do Instituto Biológico. v. 77, n. 1, p. 91-98, 2010.

Stirling, G. R. 1991. Biological control of plant parasitic nematodes: progress, problems and prospects. Wallingford: CAB International, 1991, 282p.

Syngenta (2019) Bula de Avicta 500 FC (abamectina 50,0% m/v), registrado no Ministério da agricultura, Pecuária e Abastecimento/MAPA sob nº 020107.

Tavares, S. Et Al. 2007. Avaliação dos efeitos fisiológicos de thiametoxan no tratamento de sementes de soja. Revista de Agricultura, Piracicaba, v. 82, n. 1, p. 47-54, 2007.

Teixeira, S.J.C. 2021. Interação entre plantas de cobertura e agentes de biocontrole no manejo de nematoides na cultura da soja. 2021. 27 f. Dissertação (Mestrado em Proteção de Plantas) - Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, Urutaí, 2021.

Tian, B. Y.; Yang, J. K.; Lian, L. H.; Wang, C. Y.; Zhang, K. Q. 2007. Role of neutral protease from *Brevibacillus laterosporus* in pathogenesis of nematode. *Microbiology and Biotechnology*, v. 74, p. 372-380, 2007.

Tihohod, D. 1993. *Nematologia Agricola Aplicada*. Jaboticabal: Funep., 1993. 372p.

Vidal, R. A., Queiroz, A. D., Trezzi, M. M., & Kruse, N. D. 2016. Association of glyphosate with other agrochemicals: the knowledge synthesis. *Revista Brasileira de Herbicidas*, 15(1), 39-47, 2016.

Vitti, A. J., Neto, U. D. R. R., De Araújo, F. G., Santos, L. D. C., Barbosa, K. A., & Da Rocha, M. R. 2014. Effect of soybean seed treatment with abamectin and thiabendazole on *Heterodera glycines*. *Nematropica*, 44.1: 74-80, 2014.

Wiggins, B., S. Wiggins, M. Cunicelli, C. Smallwood, F. L. Allen, D. R. West, And V. R. Pantalone. 2019. Genetic gain for soybean seed protein, oil, and yield in a recombinant inbred line population. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, v.96. p.43-50.